

الأنظمة الفولتضوئية في خدمة المناطق الريفية

عماد سليمان

المحتويات

- مقدمة
- الطاقة المتجددة
- التأثير الفولتضوئي
- الطاقة الشمسية
- الأنظمة الفولتضوئية
- الخلايا الشمسية
- جهاز التحكم بالشحن الكهربائي (الشاحن)
- البطاريات القابلة لإعادة الشحن
- المقوم العكسي (inverter)
- الحمل

مقدمة

تعاني الكثير من المناطق الريفية في عدة دول أعضاء في الإسكوا حرماناً من خدمات الطاقة الحديثة مما يساهم في:

– تغييب التنمية الاقتصادية والاجتماعية وتكريس حالة الفقر
– تدهور صحي وبيئي جراء تكثيف استهلاك الحطب والفحم للطبخ والتدفئة

– تأخر في تطبيق الأهداف الإنمائية للألفية التي دعت منظمة الأمم المتحدة إلى تنفيذها قبل نهاية العام 2015

مقدمة

بعض الأسباب التي تعيق توفر هذه الخدمات تعود إلى:

– ضعف البنى التحتية

– الكثافة القليلة للسكان في الريف («الكلفة/الفرد» لمد شبكة التوزيع الكهربائية العامة تصل إلى أضعاف تلك في المناطق الحضرية)

– استحواد المناطق الحضرية على معظم النفوذ السياسي والاقتصادي على حساب المناطق الريفية مما يجعل المنافسة على الموارد الوطنية المحدودة غير متكافئة

– قلة جاذبية الاستثمارات الخاصة في قطاع الطاقة في المناطق الريفية لضعف الحوافز التشريعية والمؤسسية

الطاقة المتجددة

يعد تأمين الكهرباء عاملاً مهماً للتنمية الريفية. يمكن لأنظمة الطاقة المتجددة أن تساعد على توفير الاحتياجات الريفية للأسباب التالية:

- توفر مصادر الطاقة محلياً (طاقة الشمس والرياح الخ.)
- إمكانية نصبها على نطاق مصغر (منزل واحد حتى عدة منازل)
- فعالية من حيث التكلفة للاحتياجات المتواضعة (حوالي 100 وات) في المناطق الريفية غير الموصولة على شبكة الكهرباء العامة
- تساهم في الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة

الطاقة المتجددة



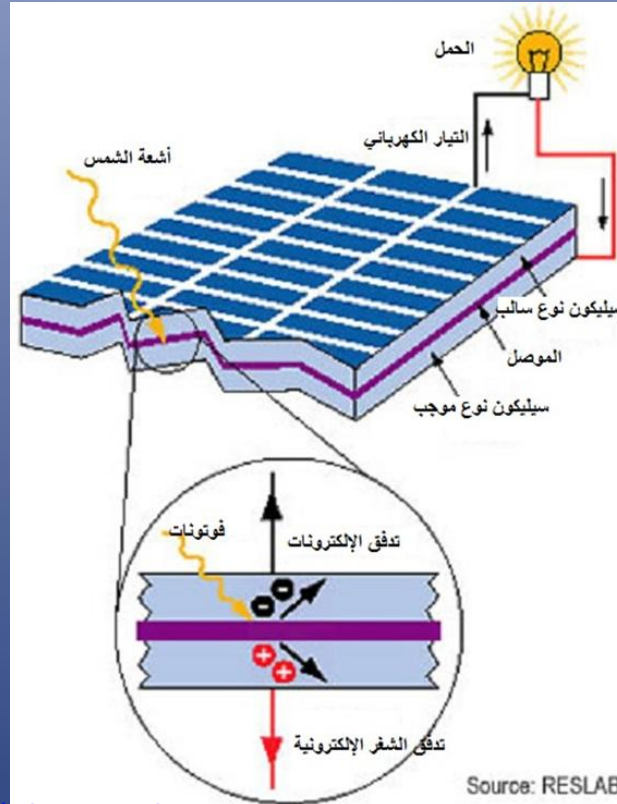
الطاقة المتجددة

سنتناول في حلقتنا هذه التكنولوجيا الفولتضوئية لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية. سيكون التركيز على الأنظمة الفولتضوئية الصغيرة والمناسبة لنشرها في الارياف. تجدر الإشارة إلى الانخفاض المتواصل في أسعار الخلايا الشمسية حيث أصبحت في حدود \$1/وات، وكذلك أسعار معظم مكونات الأنظمة الفولتضوئية.

ملاحظة: عند نشر الأنظمة الفولتضوئية من الضروري بناء القدرات في الريف لتمكين السكان المحليين من صيانة المعدات حيث ستتبع خلق أعمال صغيرة ومتوسطة لتلبية الحاجات إلى قطع الغيار. من المفضل أيضاً توحيد معايير المعدات وتقييم ما يمكن انتاجه محلياً.

التأثير الفولتضوئي

تعمل الأنظمة الفولتضوئية على تحويل الطاقة الشمسية مباشرة إلى طاقة كهربائية اعتماداً على مبدأ التأثير الفولتضوئي لأشعة الشمس.



التأثير الفولتضوئي

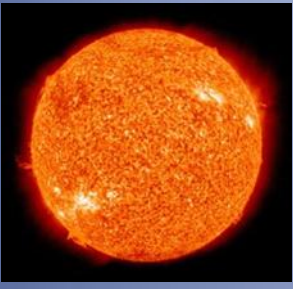
ماهية التأثير الفولتضوئي

- يتألف الضوء من وحدات أساسية تدعى "فوتونات" (photons) تعادل حزم منفصلة (discrete bundles) من الطاقة الكهرومغناطيسية. عند تعرض مادة إلى الضوء، تُستوعب كمية من الفوتونات في هذه المادة حيث تتحول طاقتها الكهرومغناطيسية إلى طاقة الكترونية تتجلى عبر إثارة الإلكترونات الموجودة في هذه المادة. الظواهر الناجمة عن هذا التفاعل تختلف تبعاً لتصنيف المواد حيث نشهد إما ارتفاع حرارة هذه المواد أو إحداث فرق في الجهد الكهربائي ضمن هذه المواد.
- تتأثر المواد المصنفة شبه الموصلات كالسيليكون بالضوء بفعل ظاهرة التأثير الفولتضوئي. ينتج عن هذا التأثير جهد كهربائي ضمن المادة المعرضة للضوء.

التأثير الفولتضوئي

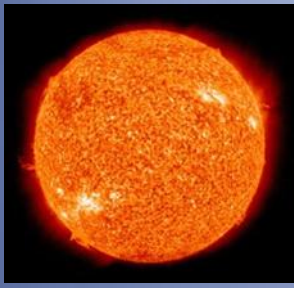
لمحة تاريخية:

- 1839-اكتشف العالم الفرنسي ادموند بيكريل (Edmund Becquerel) التأثير الفولتضوئي
- 1883-تقدم المخترع الأميركي شارلز فريتس (Charles Fritts) بأول نموذج لخلايا شمسية على رقائق أشباه الموصلات (semiconductors) السيليเนียม
- 1954-طورت بل لابوراتوريز (Bell Laboratories) تكنولوجيا الفولتضوئية المرتكزة على عنصر السيليكون



الطاقة الشمسية

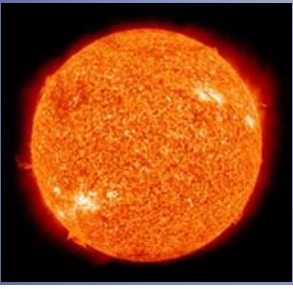
- تعادل كمية الطاقة الشمسية التي تصل الأرض يومياً سبع مرات ما تستهلكه كافة المجتمعات البشرية حالياً خلال عام
- العمليات الطبيعية لتحويل الطاقة الشمسية تشمل:
 - الطاقة المخزنة في الكتل الحيوية بفعل «التركيب الضوئي» (photosynthesis)
 - الطاقة الحرارية التي تتجلى كآتي:
 - طاقة الرياح الناتجة عن اختلاف الحرارة في الكتل الهوائية المتجاورة
 - طاقة الجاذبية المخزنة في المياه بفعل تبخر المحيطات وهطول الأمطار على المرتفعات
 - ينتج الوقود الأحفوري من تحلل الكتل الحيوية تحت ظروف محددة وفترات طويلة ما يجعلها خزان للطاقة الشمسية



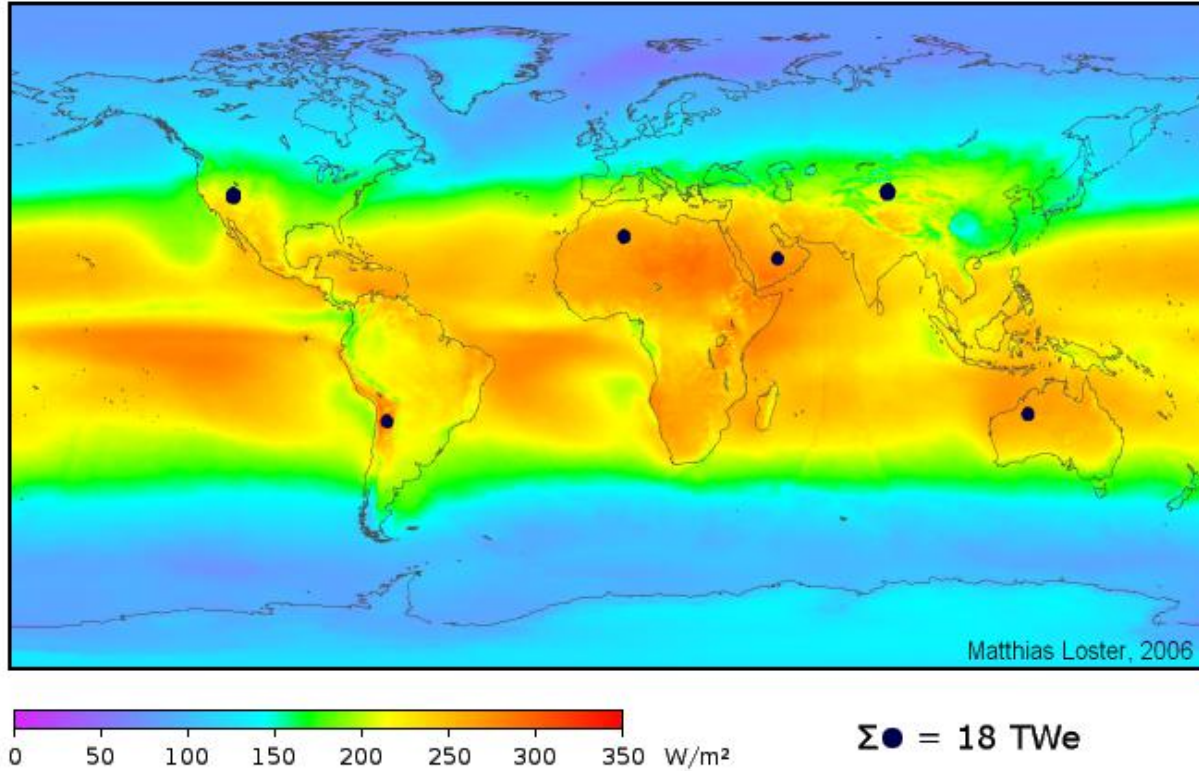
الطاقة الشمسية

– الاشعاع الشمسي الشامل يتألف من الاشعاع المنتشر والاشعاع المباشر.

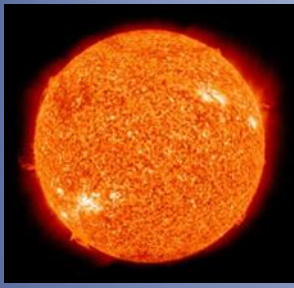




الطاقة الشمسية



- عدة عوامل تؤثر على كثافة الاشعاع الشمسي الشامل:
 - الموقع الجغرافي
 - الوقت من اليوم
 - فصل السنة
 - بسطة الأرض المحلية
 - الطقس المحلي
- تقاس الكثافة عبر تحديد قدرتها نسبة لوحدة مساحة، وات/م²



الطاقة الشمسية

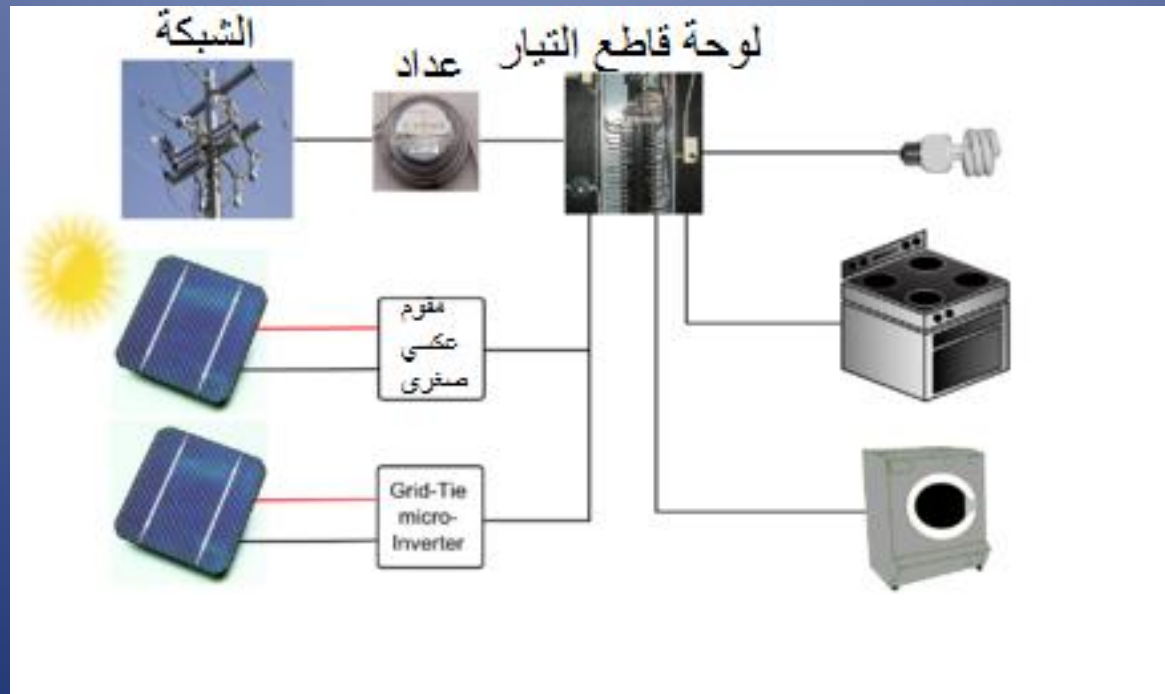
تقيس وحدة قياس طاقة الاشعاع (كيلووات.ساعة/م²) معدل كمية الاشعاع الشامل التي تصل مساحة محددة خلال فترة زمنية معينة؛ تستخدم هذه الوحدة في تصميم الأنظمة الشمسية.

الجدول التالي يتضمن معدل طاقة الإشعاع الشمسي الشامل السنوي لعدة مدن.

المدينة	معدل طاقة الإشعاع الشمسي السنوي (كيلووات.ساعة/م ²)
برلين	1000
مدريد	1657
بغداد	1868
أديس أبابا	1963
أسوان	2518

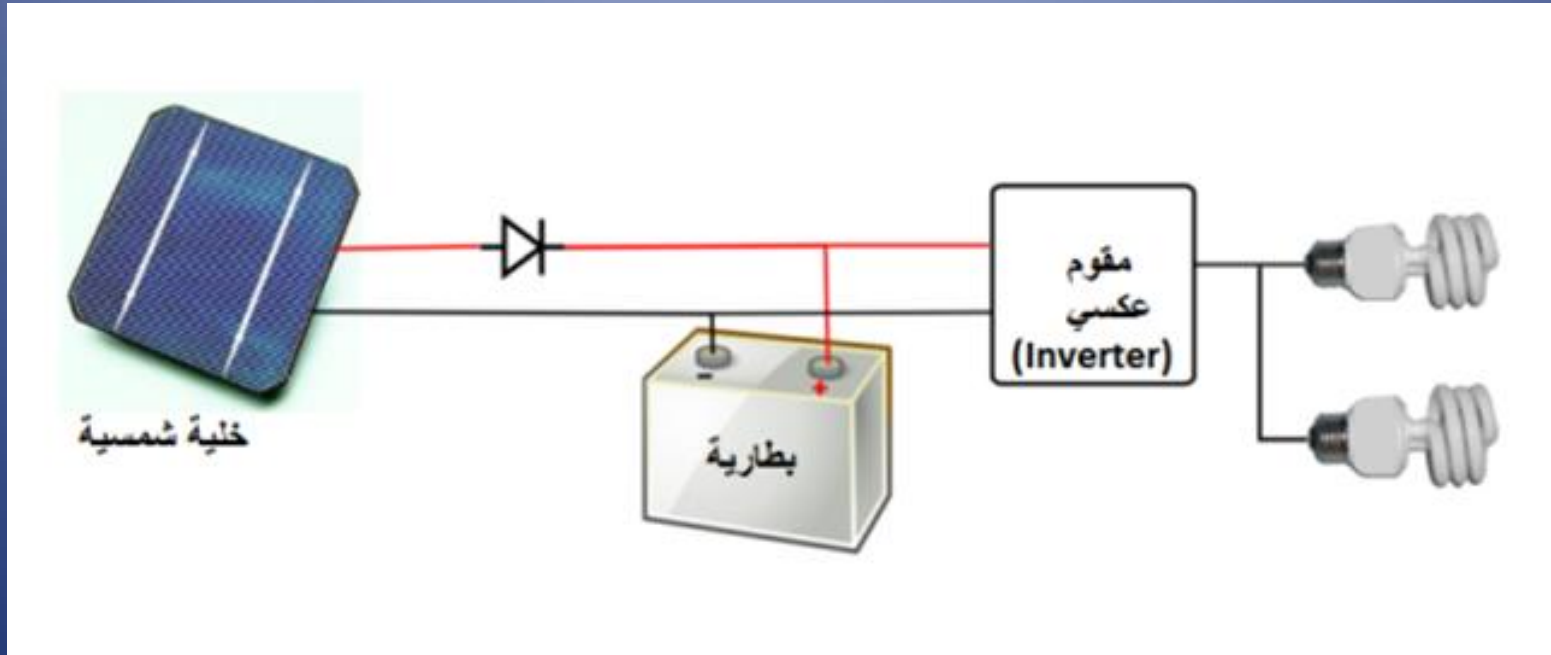
الأنظمة الفولتضوئية

- تتضمن أوجه استعمال الأنظمة الفولتضوئية خيارات عدة:
 - منها ما يساهم في تغذية شبكة توزيع القدرة الكهربائية العامة
 - منها ما يشكل جزء من شبكة مستقلة لتوزيع القدرة الكهربائية



الأنظمة الفولتضوئية

– أخرى مستقلة تُزوّد الحُمْل مباشرةً بالقدرة الكهربائية



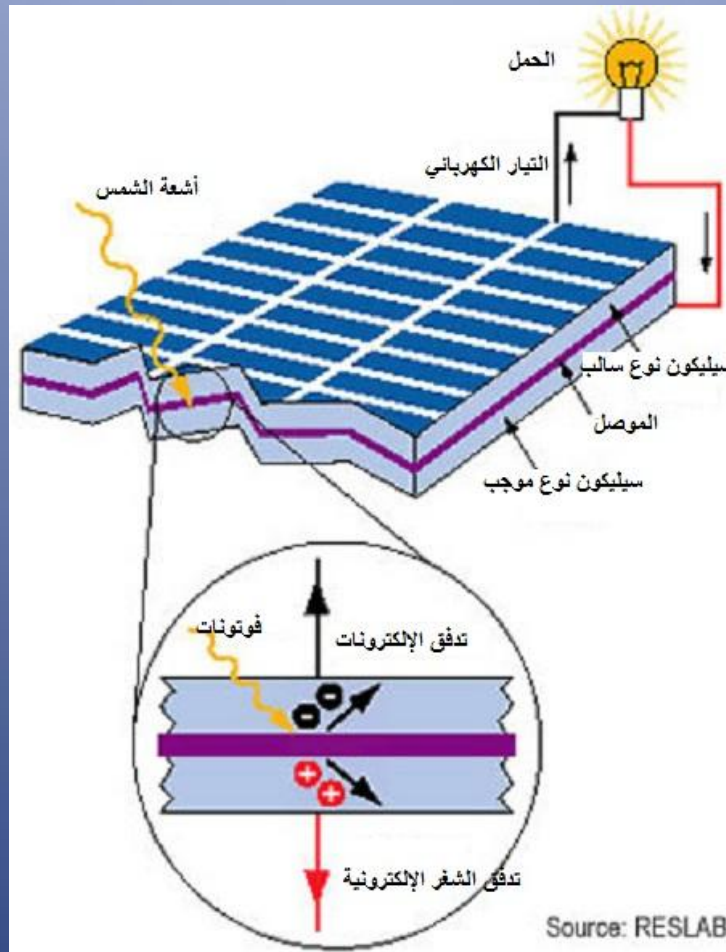
الأنظمة الفولتضوئية

تتألف الأنظمة الفولتضوئية من عدة مكونات ذات وظائف محددة تتكامل لتحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة كهربائية ذات مواصفات قياسية. بعض هذه المكونات ثابتة في كل الحالات وبعضها الآخر يستخدم في استعمالات محددة. المكونات تشمل الآتي:

- الخلايا الشمسية
- جهاز التحكم بالشحن الكهربائي (الشاحن)
- البطاريات القابلة لإعادة الشحن
- مقوّم عكسي (inverter)
- الحمل (load)



الخلايا الشمسية





الخلايا الشمسية

- تتكون معظم الخلايا الشمسية من رقائق شبه الموصلات التي تتميز بتغير موصليتها (conductivity) تبعاً للطاقة المستوعبة. تعمل الخلايا الشمسية على تحويل الإشعاع الشمسي مباشرة إلى طاقة كهربائية.
- تصنف الخلايا الشمسية حسب مواصفاتها من حيث:
 - سماكة المواد المستعملة: وحدات أغشية سميكة ووحدات أغشية رقيقة (thick-film and thin-film)؛
 - البنية الجزيئية: هيكل بلوري (إحادي البلور أو متعدد البلور)، أو هيكل غير متبلور (amorphous)؛
 - نوعية مادة شبه الموصلات.



الخلايا الشمسية

- تتسبب الطاقة المستوعبة في الخلايا الشمسية جراء اعتراضها للإشعاع الشمسي بفصلٍ للشحنات داخلها مما ينتج تيار ذو جهد كهربائي يعادل 0,6 فولت تقريباً، وتستمر هذه العملية ما دامت الخلايا معرضة للإشعاع الشمسي.
- بما أن الجهد الكهربائي العملي لاستخدام المستهلكين يتخطى الجهد الناتج عن خلية شمسية واحدة، تُجمع عدة خلايا في سلسلة
- التيار الناتج عن هذه السلسلة متشابه في كل الخلايا، بينما الجهد الكهربائي للسلسلة هو مجموع الجهد الكهربائي لكل الخلايا المترابطة في السلسلة.



الخلايا الشمسية

مردود الخلايا الشمسية

تحقيق المردود الأقصى للخلايا الشمسية يعتمد على عدة عوامل، أهم اثنين منها التالي،

- الإشعاع: هناك علاقة مباشرة بين كمية الإشعاع الشمسي المتدفق على الخلايا الشمسية ومردودها ،
- الحرارة: هناك علاقة عكسية بين الحرارة في الخلايا الشمسية ومردودها. كلما ارتفعت الحرارة في الخلايا الشمسية درجة مئوية واحدة يتدنى في المقابل المردود بنسبة 0,5% والعكس صحيح.



الخلايا الشمسية

- الجدول التالي يتضمن مقارنة بين مختلف أنواع الخلايا الشمسية شاملة قياس الكفاءة طبقاً لمعيار أيزو (ISO) القياسي للاختبارات إضافة إلى قياس مساحة الخلايا الشمسية الضرورية لإنتاج 1 كيلو وات كحد أعلى (1 kWp).

المادة التكوينية للخلية الشمسية	كفاءة الخلية	مساحة الخلية الضرورية لإنتاج 1 kWp
سيلكون إichادي البلور	11 – 16%	7 – 9 م ²
سيلكون متعدد البلور	10 – 14%	8 – 9 م ²
سيلكون ذو هيكل غير متبلور	4 – 7%	16 – 20 م ²



الخلايا الشمسية

تدهور المردودية

تتراجع مردودية الخلايا الشمسية مع الوقت حيث تعرف هذه الظاهرة بالتدهور. نسبة تدهور الخلايا البلورية تتراوح بين 10 و 13% على مدى 20 إلى 25 سنة. أما الخلايا ذي الهيكل غير المتبلور فسرعة تدهور مردوديتها عالية جداً حيث تبلغ 25% خلال أول سنة خدمة. لهذا السبب يعتمد صانعي هذه الخلايا على تصنيفها تبعاً لمردوديتها بعد فترة التدهور بدل الأخذ بمستوى مردوديتها عند وضعها في الخدمة لأول مرة.



الخلايا الشمسية

عمر اللوحات الشمسية

يحدد عمر اللوحات الشمسية تبعاً للجودة التصنيعية. فغالباً ما يتراجع أداء اللوحات الرخيصة خلال سنوات قليلة. عادة يكفل المصنعين الإداء القياسي للوحات الشمسية لمدة تتراوح بين سنتين وخمس سنوات، وإداء لا يقل عن 80% لغاية 25 سنة على الأقل.



الخلايا الشمسية

التظليل

- تنعكس آثار التظليل الجزئي للخلايا الشمسية على إنتاجيتها. على سبيل المثال تظليل 2% من مساحة الخلية يتسبب بتراجع الإنتاجية 70%. في أسوأ الحالات تتحول الخلايا الشمسية المظللة إلى حمل حيث يتكون جهد كهربائي سلبي قادر عند أقصى حد على مكافأة مجموع جهد الدوائر المفتوحة للخلايا غير المظللة.
- تأثير تراكم الغبار على الخلايا الشمسية في بعض المناطق شبيه بتأثير التظليل من حيث تدني الإنتاجية.
- تفادياً للتأثير السلبي للتظليل والغبار على إنتاجية الخلايا الشمسية يستحسن الأخذ بالاعتبارات التالية:
 - تثبيت الخلايا الشمسية بطريقة سليمة حيث لا تتعرض للتظليل (بعيداً عن الأشجار)
 - وجوب التقيد ببرنامج تنظيف دوري.



الخلايا الشمسية

فترة العائد على الطاقة

- تعرّف فترة العائد على الطاقة بالمدة الزمنية التي يحتاجها عمل وحدات تحويل الطاقة الشمسية لإنتاج كمية طاقة تعادل الطاقة المستهلكة في تصنيعها. فترة العائد على الطاقة لبعض نماذج الخلايا الشمسية هي كالتالي:

المادة التكوينية للخلية الشمسية	فترة العائد على الطاقة
وحدات متعددة البلور	3-4 سنة
وحدات إحادية البلور	4-6 سنة
وحدات أغشية رقيقة ذو هيكل غير متبلور	1-2 سنة

جهاز التحكم بالشحن الكهربائي (الشاحن)

تشمل وظيفة الشاحن ضبط العمليات التالية:

- شحن البطاريات بطريقة سريعة، آمنة وكاملة، حتى عند انخفاض مستوى الإشعاع الشمسي إلى أدنى مستوياته.
- الحؤول دون التفريغ العميق للبطاريات وتكبرتها وتقصير دوائرها.
- عدم تعرض البطاريات إلى الشحن الزائد ومنع تطبُّق الحمض (acid stratification).
- الحؤول دون انعكاس التيار باتجاه الخلايا الشمسية عند انخفاض الجهد الكهربائي في الخلايا إلى دونه في البطاريات.

جهاز التحكم بالشحن الكهربائي (الشاحن)

المواصفات المطلوب توفرها في جهاز التحكم بالشحن تشمل الآتي:

- الحماية من فرط الشحن
- الحماية من التفريغ العميق
- الحماية من عكس اتجاه الجهد من خلال طرفي التوصيل في البطارية
- كفاءة كبيرة
- مراقب لحرارة البطارية
- الحماية من الحمل الزائد
- ضبط متغير لكل المتعلقات التشغيلية ذات الصلة
- تبديد منخفض للتيار في حالة الدائرة المفتوحة
- مؤشر لمستوى الشحن (اختياري)

البطاريات القابلة لإعادة الشحن

- تستخدم البطاريات القابلة لإعادة الشحن ضمن الأنظمة الفولتضوئية لتخزين الطاقة الناتجة عن تحويل الإشعاع الشمسي إلى تيار كهربائي والفائضة عن الاستهلاك الآني. تتميز الطاقة المخزنة بإمكانية استخدامها عند الحاجة وخصوصاً خلال الليل، بغض النظر عن الظروف المناخية المؤثرة على كمية الإشعاع الشمسي التي تصل الخلايا الشمسية.

البطاريات القابلة لإعادة الشحن

- توجد عدة مواصفات للبطاريات تلائم كل واحدة منها مجموعة من التطبيقات. تعتبر بطاريات حمض الرصاص الأنسب لاحتياجات الأنظمة الفولتضوئية لتخزين الطاقة لشمولها المواصفات التالية:
 - سعة كبيرة (استخدامات متعددة يومياً)
 - دورة حياة طويلة متلائمة مع دورة تفريغ طفيفة نسبياً
 - دورات تفريغ عميقة اقتضائية تبلغ ما بين 80% و 100% من سعة البطارية دون التقصير من عمرها
 - القدرة على تخزين الطاقة الناتجة حتى عن تيار شحن ضعيف
 - تفريغ ذاتي منخفض
 - كفاءة أمبير ساعة جيدة (للحمولات الصغيرة)
 - صيانة منخفضة
 - أمانة وصديقة للبيئة وقابلة لإعادة التدوير

المقوم العكسي (inverter)

- تتضمن بعض تطبيقات الانظمة الفولتضوئية تزويد شبكة الكهرباء المركزية أو شبكات منفصلة انتاجها الكلي أو الجزئي من الكهرباء. لكن التيار الناتج عن الخلايا الشمسية متواصل (DC) بينما التيار الذي يتوزع على الشبكة متردد (AC).
- يؤدي المقوم العكسي تحويل التيار المتواصل المنتج في الخلايا الشمسية إلى تيار متردد ملائم لتغذية الشبكات الكهربائية العامة والخاصة. كما يمكن استخدامه في الانظمة الشمسية المعزولة لإمداد الاجهزة الكهربائية المعدة للتشغيل على التيار المتردد فقط

الحمل

- يقتصر استعمال الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء حالياً على التطبيقات الأساسية نظراً لارتفاع كلفة الأنظمة الفولتضوئية. أكثر المجتمعات حاجة إلى هذه الأنظمة هي التي تعيش في المناطق الريفية التي لم تربط بشبكات الكهرباء المركزية. أهم التطبيقات تشمل التالية:
- الإضاءة
- تبريد اللقاحات
- ضخ المياه
- أجهزة المعلوماتية والاتصالات
- أجهزة الترفيه الإلكترونية

شكراً لانتباهكم

عماد سليمان